

⑤Int. Cl.
G 01 r
H 01 j

⑥日本分類
110 L 1
99 F 022
97(5) D 11

日本国特許庁

⑪特許出願公告

昭45-32309

⑩特許公報

④公告 昭和45年(1970)10月19日

発明の数 3

(全6頁)

1

④磁束密度分布測定方法及び装置

①特 願 昭42-81865
②出 願 昭42(1967)12月22日
③発 明 者 野々垣三郎
国分寺市東窓ヶ窪1の280株式
会社日立製作所中央研究所内
同 田村昌三
同所
⑦出 願 人 株式会社日立製作所
東京都千代田区丸の内1の5の1
代 表 者 駒井健一郎
代 理 人 弁理士 中村純之助

図面の簡単な説明

第1図乃至第5図は本発明の基本原理を説明するための図、第6図乃至第11図は本発明に使用する磁束密度測定素子の一実施例の構成を示す図である。

発明の詳細な説明

本発明は磁束密度分布測定方法に関し、特に電子ビームを利用している電子装置の磁束密度分布を能率よく、しかも簡単かつ迅速に測定し得る改善された磁束密度分布測定方法及び装置に関する。

電子ビームを利用している電子装置、例えばブラウン管、撮像管等において電子ビームを偏向せしめるために偏向コイルが用いられている。この偏向コイルは電子ビームをその電子装置の特性上好ましい状態に偏向する性質を有することが要求される。而して、偏向コイルが電子ビームを偏向する際の偏向特性はその偏向コイルが発生する磁束の空間的分布と密接な関係にあり、磁束密度分布を正確に測定することが偏向系の改良に極めて重要な要素である。

従来から偏向系の偏向特性と磁束分布との関係については多くの研究がなされ、各種の論理式が提案されている。これらの論理式においては磁束分布を表わす係数として磁束密度測定位置につい

2

ての微係数がしばしば用いられている。例えば雑誌NHK技術研究、第17巻、第367~415頁、昭和40年「ブラウン管における電磁偏向の実用的解析」の論文の中に偏向コイルの偏向特性と偏向コイルによる磁束の1次及び2次微係数との関係を示す式が多数記載されている。したがって実際の偏向コイルが発生する磁束分布から例えば上記論文中の理論式を用いて偏向コイルの偏向特性を推定しようとする場合、偏向コイルが発生する磁界の磁束密度測定位置についての微係数を測定する必要が生じる。

而して、従来磁束密度測定位置についての微係数を求める方法はまず磁束計を用いて空間内の磁束密度分布を求め、その分布から図式微分等の演算を行って微係数を得る方法であり、この方法を用いると空間内のある一点における磁束密度微係数を求めるのに少なくとも2個以上の点における磁束密度を測定し、その測定結果に演算を施して微係数を求める必要があり極めて非能率的でしかも誤差の生じる原因となる。

本発明は上記欠点を改善し得るものであつて、その目的とするところは磁界内の任意の一点における微係数を1回の測定によつて求める磁束密度分布測定方法を提供することである。

本発明の他の目的は磁界内の任意の一点における微係数に比例した出力の得られる磁束密度分布測定装置を提供することである。

上記目的を達成するために本発明の装置は相互位置関係の固定した複数個の磁束密度測定素子を用い、その測定素子の電気的出力を回路的に加算あるいは減算して、その結果得られる総合出力が磁束密度の微係数に比例するようにすることである。以下図面を用いて詳細に説明する。

第1図に示すように磁界内の1点0を原点として直交座標系 x, y, z を定める。その座標系内の $x=a, y=b, z=c$ なる点 p におけるある方向 u の磁束密度成分を $Bu(a, b, c)$ とすると、 $Bu(a, b, c)$ は点 p が原点0の近傍にあれば

3

ラー (Taylor) 展開を用いて次式の如く表わすことができる。

$$\begin{aligned} Bu(a, b, c) = & Bu_0 + \frac{\partial Bu}{\partial x} a + \frac{\partial Bu}{\partial y} b + \frac{\partial Bu}{\partial z} c \\ & + \frac{1}{2} \left(\frac{\partial^2 Bu}{\partial x^2} a^2 + \frac{\partial^2 Bu}{\partial y^2} b^2 + \frac{\partial^2 Bu}{\partial z^2} c^2 + \right. \\ & \left. 2 \frac{\partial^2 Bu}{\partial x \partial y} ab + 2 \frac{\partial^2 Bu}{\partial y \partial z} bc + 2 \frac{\partial^2 Bu}{\partial z \partial x} ca \right) + \dots \dots \dots 1 \end{aligned}$$

但し、 Bu_0 は原点 0 における u 方向磁束密度成分である。

上記座標系において第 2 図に示すように

点 $p_1 (\Delta x, 0, 0)$ と点 $p_2 (-\Delta x, 0, 0)$ ($\Delta x > 0$) にそれぞれ磁束密度測定子 1 及び 2 を配置し、両測定子の感度を等しく、かつ両測定子のいずれもが u 方向磁束密度成分を測定するように測定子の方向を固定したとする。このとき点 p_1 における u 方向磁束密度成分 Bu_1 は 1 式において $a = \Delta x$, $b = c = 0$ として

$$Bu_1 = Bu_0 + \frac{\partial Bu}{\partial x} \Delta x + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 Bu}{\partial x^2} \Delta x^2 + \dots \dots 2$$

と表される。また点 p_2 における u 方向磁束密度成分 Bu_2 は 1 式において $a = -\Delta x$, $b = c = 0$ として

$$Bu_2 = Bu_0 - \frac{\partial Bu}{\partial x} \Delta x + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 Bu}{\partial x^2} \Delta x^2 + \dots \dots 3$$

と表わされる。従つて、点 p_1 にある測定子からは Bu_1 に比例する出力が得られ、点 p_2 にある測定子からは Bu_2 に比例する出力が得られ、両者の比例定数は同一である。この 2 つの測定子の出力を互いに打消す向きに加え合せた合成出力は $Bu_1 - Bu_2$ に比例する値となり、 Δx を充分小さくして Δx の 3 次以上の項を省略すると 2, 3 式より次式が得られる。

$$Bu_1 - Bu_2 = 2 \frac{\partial Bu}{\partial x} \Delta x \dots \dots \dots 4$$

4 式は 2 つの測定子の合成出力に比例する量であつて u 方向磁束密度成分 Bu の x についての 1 次微係数を示していることは明らかである。即ち、2 つの測定子の合成出力を取り出すことによつて磁束密度測定位置の磁束密度の微係数を 1 回の測定で直接得ることができる。

上記の原理を拡張して磁束密度の位置についての 2 次微係数あるいは更に高次の微係数を 1 回の測定により得ることができる。つぎに 2 次微係数

4

について説明する。

第 3 図において、点 $p_1 (\Delta x, 0, 0)$ 、点 $p_2 (-\Delta x, 0, 0)$ ($\Delta x > 0$) 及び点 o とにそれぞれ磁束密度測定子 1, 2 及び 3 を配置し、点 p_1 , p_2 においた測定子 1, 2 の感度を等しく、点 o においた測定子 3 の感度を点 p_1 , p_2 においた測定子の感度の 2 倍に設定し、かつ 3 つの測定子のいずれもが u 方向磁束密度成分を測定するように測定子を固定する。このとき測定子 1 及び 2 の出力はそれぞれ 2, 3 式で示され、測定子 3 の出力は 1 式より求まる u 方向磁束密度成分 Bu_3 の 2 倍に比例した出力である。 Bu_3 は次式で示される。

$$2 Bu_3 = 2 Bu_0 \dots \dots \dots 5$$

いま、測定子 1 及び 2 の出力を加算し、その加算値から測定子 3 の出力を減算すると、その合成出力は $Bu_1 + Bu_2 - 2 Bu_3$ に比例した出力となる。2, 3 及び 5 式よりこれを求めると次式のようなになる。

なお、 Δx を充分小さくし、 Δx の 4 次以上の項は省略する。

$$Bu_1 + Bu_2 - 2 Bu_3 = - \frac{\partial^2 Bu}{\partial x^2} \cdot \Delta x^2 \dots \dots 6$$

6 式は u 方向磁束密度成分 Bu の x についての 2 次微係数を示し、このように 3 個の測定子を用

いて 2 次微係数 $\frac{\partial^2 Bu}{\partial x^2}$ を直接求めることができる。

次に 2 次微係数 $\frac{\partial^2 Bu}{\partial x \partial y}$ を直接求める方法について説明する。

第 4 図に示すように点 $p_4 (\Delta x, \Delta y, 0)$ 、点 $p_5 (-\Delta x, \Delta y, 0)$ 、点 $p_6 (-\Delta x, -\Delta y, 0)$ 、点 $p_7 (\Delta x, -\Delta y, 0)$ ($\Delta x > 0, \Delta y > 0$) にそれぞれ感度の等しい測定子 4, 5, 6 及び 7 をそれぞれ u 方向磁束密度成分を測定する向きに配置する。このとき、それぞれの点における u 方向磁束密度成分 Bu_4 , Bu_5 , Bu_6 及び Bu_7 は次式で示される。

$$\begin{aligned} Bu_4 = & Bu_0 + \frac{\partial Bu}{\partial x} \Delta x + \frac{\partial Bu}{\partial y} \Delta y + \frac{1}{2} \left(\frac{\partial^2 Bu}{\partial x^2} \Delta x^2 \right. \\ & \left. + \frac{\partial^2 Bu}{\partial y^2} \Delta y^2 + 2 \frac{\partial^2 Bu}{\partial x \partial y} \Delta x \Delta y \right) + \dots \dots 7 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Bu_5 = & Bu_0 - \frac{\partial Bu}{\partial x} \Delta x + \frac{\partial Bu}{\partial y} \Delta y + \frac{1}{2} \left(\frac{\partial^2 Bu}{\partial x^2} \Delta x^2 \right. \\ & \left. + \frac{\partial^2 Bu}{\partial y^2} \Delta y^2 - 2 \frac{\partial^2 Bu}{\partial x \partial y} \Delta x \Delta y \right) + \dots \dots 8 \end{aligned}$$

5

6

$$B_{u5} = B_{u0} - \frac{\partial B_u}{\partial x} \Delta x - \frac{\partial B_u}{\partial y} \Delta y + \frac{1}{2} \left(\frac{\partial^2 B_u}{\partial x^2} \Delta x^2 + \frac{\partial^2 B_u}{\partial y^2} \Delta y^2 + 2 \frac{\partial^2 B_u}{\partial x \partial y} \Delta x \Delta y \right) + \dots \quad 9$$

$$B_{u7} = B_{u0} + \frac{\partial B_u}{\partial x} \Delta x - \frac{\partial B_u}{\partial y} \Delta y + \frac{1}{2} \left(\frac{\partial^2 B_u}{\partial x^2} \Delta x^2 + \frac{\partial^2 B_u}{\partial y^2} \Delta y^2 - 2 \frac{\partial^2 B_u}{\partial x \partial y} \Delta x \Delta y \right) \dots \quad 10$$

いま、それぞれの測定子の感度を等しく、かつ測定子4及び6の出力を加算し、その加算値から測定子5及び7の出力を減算するとその合成出力は $\{ (B_{u4} + B_{u6}) - (B_{u5} + B_{u7}) \}$ に比例したものとなる。即ち7~10式からこれを求めると、

$$(B_{u4} + B_{u6}) - (B_{u5} + B_{u7}) = \frac{\partial^2 B_u}{\partial x \partial y} \cdot \Delta x \cdot \Delta y \times 4 \dots \quad 11$$

但し、 $\Delta x \cdot \Delta y$ を充分小さくし、 $\Delta x \cdot \Delta y$ の4次以上の項を省略する。

11式から明らかなように4個の測定子から微係数 $\frac{\partial^2 B_u}{\partial x \partial y}$ を直接求めることができる。

而して、上述した基本原理をもとに任意次数の微係数を直接求めることができる。即ち一般に

$$\frac{\partial^{L+M+N} B_u}{\partial x^L \partial y^M \partial z^N} \quad (L, M, N \text{ は } 0 \text{ 又は正の整数})$$

なる微係数を求める方法について説明する。

いま、測定子の配置される位置 (x, y, z) が次式で示されるとする。

$$x = \left(\ell - \frac{L}{2} \right) \Delta x$$

$(\Delta x > 0, \ell \text{ は } 0 \text{ 又は整数であり且つ } 0 \leq \ell \leq L)$

$$y = \left(m - \frac{M}{2} \right) \Delta y$$

$(\Delta y > 0, m \text{ は } 0 \text{ 又は整数であり且つ } 0 \leq m \leq M)$

$$z = \left(n - \frac{N}{2} \right) \Delta z$$

$(\Delta z > 0, n \text{ は } 0 \text{ 又は整数であり且つ } 0 \leq n \leq N) \dots \quad 12$

以上12式が満足する全ての x, y, z の組合せが示す位置に u 方向磁束密度成分を測定する測定子を配置し、その比感度 S_B を

$$S_B = L O \ell \cdot M O m \cdot N O n \dots \quad 13$$

ここに、 $L O \ell, M O m, N O n$ は2項係数を示し、

それぞれ

$$(1+x)^L = \sum_{\ell=0}^L L O \ell x^\ell, (1+x)^M = \sum_{m=0}^M M O m x^m, (1+x)^N = \sum_{n=0}^N N O n x^n \text{ で示さ$$

れる。

とし、各測定子の出力が $(-1)^{L+M+N+\ell+m+n} = 1$ のものは加算、 $(-1)^{L+M+N+\ell+m+n} = -1$ のものは減算するように構成すればその合成出力はほとんど原点0における微係数

$$\frac{\partial^{L+M+N} B_u}{\partial x^L \partial y^M \partial z^N} \text{ に比例した成分よりなるから}$$

その合成出力を測定することによつて

$$\frac{\partial^{L+M+N} B_u}{\partial x^L \partial y^M \partial z^N} \text{ が求められる。}$$

以上は測定子を原点0に関して対称に配置した場合であるが、非対称に配置しても実現することができる。例えば第5図に示すように点 $p_1 (\Delta x, 0, 0)$ 、点 $p_8 (-2\Delta x, 0, 0)$ 及び点0にそれぞれ

25 磁束密度測定子1, 8及び3を配置し、測定子8及び3の感度を測定子1の感度に対してそれぞれ $\frac{1}{2}$ 倍及び $\frac{3}{2}$ 倍に等しくし、3個の測定子のいずれもが u 方向磁束密度成分を測定するように固定する。このとき測定子1及び8の出力を加算し、
30 測定子3の出力をこの加算値から減算するように構成すればその合成出力は原点0における微係数

$$\frac{\partial^2 B_u}{\partial x^2} \text{ に比例したものとなる。}$$

以上説明したように、本発明は任意の点の任意
35 次数の微係数を1回の測定によつて直接求めるとのできる磁束密度分布測定方法である。

次に、本発明の測定方法を実施するための具体的装置の一実施例について説明する。

一般に磁束密度の測定にはサーチコイルあるいはホール素子等が用いられるが、ここではサーチコイルを用いた場合の実施例について説明する。

磁界を発生する偏向系に交流を流し、それによつて生じる交流磁界内の1点に第6図に示す如き多重巻コイル10をおくと、このコイル10を貫く交流磁束によつてコイル端子間に交流起電力が
45

7

発生するからこれを検出器で測定すればその1点におけるコイル面に垂直な方向の磁束密度を測定することができることはよく知られている。

本発明の装置は上記多重巻コイル即ち磁束密度測定子1を適當数、適宜相互位置関係を固定し、かつそれぞれの測定子の出力を適宜合成することによつて任意次数の微係数を得るものである。

第7図は本発明の一実施例を示す図であつて、一次微係数を測定する装置である。即ち、2個の測定子11及び12を平面的に配置し、非磁性体13によつて相互に固定する。また2個の測定子に発生する起電力の差が出力となるように各測定子の端子を直列接続し、その差の起電力を検出器によつて測定する。この場合には第2図において説明したように1次微係数を測定することができる。例えば2個の測定子をx軸上に、かつ中心軸がy軸方向になるように位置せしめた場合、 $\frac{\partial B_y}{\partial x}$ (B_y : y軸方向磁束密度を示す)なる1次微係数を測定し得る。即ち、測定子の面に垂直な方向の磁束密度成分をその方向に垂直な方向の一次微係数として測定できる。第8図に示すものは第7図と同様一次微係数を測定する装置であるが、2個の測定子11及び12が軸を共通にして重ねられており非磁性体13で2個の測定子が相互に固定されている。従つて、これで測定し得るものは軸方向の磁束密度成分をその方向について微分した一次微係数、例えば $\frac{\partial B_x}{\partial x}$ (B_x : x軸方向磁束密度を示す)を測定できる。

また、二次微係数を測定する場合には第9図及び第10図のように3個の測定子14、15及び16を平面状あるいは積層状に配置し、非磁性体17によつて相互に固定されている。而して、上記測定子14、15及び16の感度比は1:2:1に設定され、かつ測定子14と16とは両者の誘起電力が加わる方向に接続し、測定子15の誘起電力は上記和の起電力から減じる方向に接続すればその合成起電力は二次微係数に比例するものとなる。即ち、第9図のように3個の測定子を平面的に配置した場合には測定子の面に垂直な方向の磁束密度成分をその方向と直角な方向の二次微係数、例えば $\frac{\partial^2 B_y}{\partial x^2}$ を測定し得る。また第10図のように軸を共通にして配列した場合には軸方

8

向の磁束密度成分をその方向について2回微分したもの、即ち2次微係数 $\frac{\partial^2 B_x}{\partial x^2}$ を測定することができる。

更に、第11図のように4個の測定子18、19、20及び21を正方形の頂点にそれぞれ配置した場合に第4図で説明したように、例えば $\frac{\partial^2 B_z}{\partial x \partial y}$

(B_z : z軸方向の磁束密度を示す)なる2次微係数を得る。即ち、ある方向の磁束密度成分をその方向に垂直な方向について微分し、更に両方に垂直な方向について微分した微係数を得ることができる。

以上の各実施例は対称な位置に各測定子を配置した場合であるが、非対称に配置することも容易に実施し得る。

なお、前述したように複数個の測定子の感度が全く等しいか、あるいはある種の感度比を有するように測定子を組合せることは極めて困難である。

従つて、各々の測定子の出力を可変利得増幅器又は減衰器によつて増幅あるいは減衰させてからそれらの出力を加算あるいは減算する方が有利である。またこのように構成することによつて測定子の感度比が所定の値になつていない場合でも、増幅器あるいは減衰器の利得を調整することによつて見掛上測定子の感度比を所定の値に合致させることができる。

以上詳述したように本発明は磁束密度分布を従来の如く図式微分等の演算を必要とせず、直接測定あるいは記録することができ、しかも測定精度を向上せしめる等の利点を有し、ブラウン管、撮像管、オシロスコープ、レーダー、電子顕微鏡等の電子ビームの集束あるいは偏向磁界等の磁束密度測定に極めて有効である。

35 特許請求の範囲

1 磁界内の測定すべき一点に対して少なくとも2つ以上の位置における測定すべき方向の磁束密度成分をそれぞれ信号として検出し、上記それぞれの信号の合成された信号の主要部分が上記測定すべき一点における磁束密度の位置についてのn次($n=1, 2, 3, \dots$)の微係数に比例するようにそれぞれの信号を合成することを特徴とする磁束密度分布測定方法。

2 磁界内の測定すべき一点に対して少なくとも2つ以上の位置に配置され、かつ測定すべき方向

9

の磁束密度成分をそれぞれ信号として検出する測定子と、上記少なくとも2つ以上の測定子の合成信号を検出する手段とを具え、上記合成信号の主要部分が上記測定すべき一点における磁束密度の位置についての n 次($n=1, 2, 3, \dots$)の微係数に比例するように、上記それぞれの測定

10

子を接続せしめたことを特徴とする特許請求範囲第1項記載の方法に使用する磁束密度分布測定装置。

3 特許請求範囲第1項記載の方法において、測定子の感度を変更せしめるようにしたことを特徴とする磁束密度分布測定装置。

図1

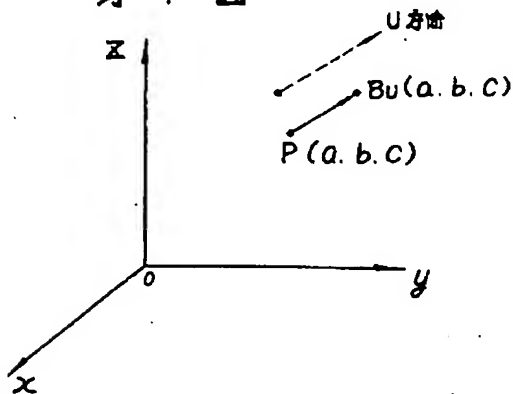


図2

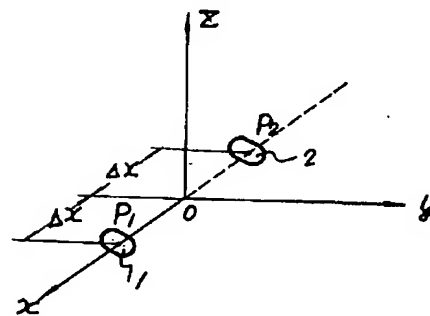


図3

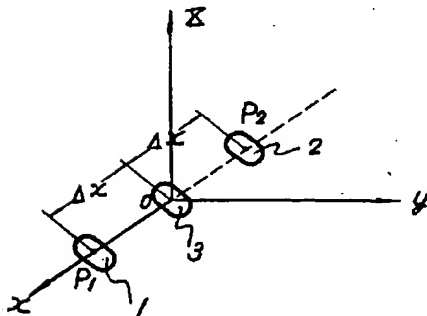


図4

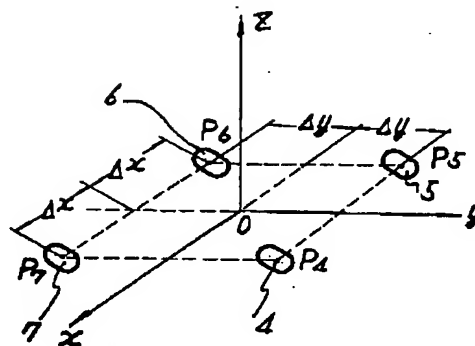
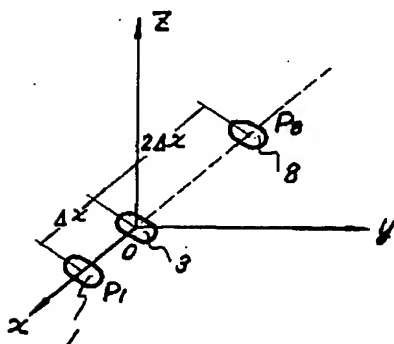


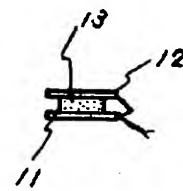
図5



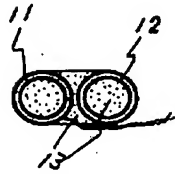
才 6 図



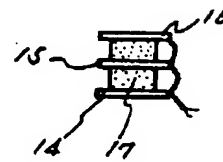
才 8 図



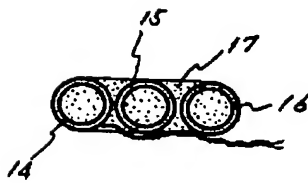
才 7 図



才 10 図



才 9 図



才 11 図

